

Термодинамические свойства электронов в квазипериодических структурах

А.А. Хамзин, Д.Е. Грошев

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, 420008, Кремлевская 18, Казань, Россия

e-mail: groshevdmitri@mail.ru

Большой интерес к квазипериодическим структурам возник после открытия Шехтманом квазикристаллов [1]. В общем случае, квазикристаллы проявляют промежуточные свойства между чистыми периодическими структурами (системы Блоха) и случайными материалами, несмотря на детерминированные правила, используемые для их создания. Эти материалы весьма привлекательны для изучения, потому что их макроскопические свойства можно моделировать и контролировать путем изменения толщины и состава образующей их пленки. В самом деле, некоторые из этих свойств являются уникальными в многослойных структурах и обеспечивают возможность их применения в различных устройствах. Для того чтобы получить понимание физики общих свойств этих материалов, подробно изучаются одномерные последовательности, такие как Фибоначчи, Туэ-Морза и многие другие. Они известны как квазипериодические последовательности и реализованы экспериментально на сверхрешетках [2]. Привлекательность изучения таких структур заключается в том, что они обладают сильно фрагментированным энергетическим спектром, который проявляет свойства самоподобия. Именно изучению влияния самоподобия энергетического спектра на термодинамику свободного электронного газа в квазипериодических структурах и посвящена данная работа.

В данной работе авторами для простой модели спектра в виде обобщенного одномасштабного множества Кантора проводится строгий аналитический расчет теплоемкости свободного электронного газа, используя современный метод математической физики, основанный на применении преобразования Меллина. В результате аналитических вычислений показано, что теплоемкость проявляет аномальное поведение – логопериодические осцилляции около фрактальной размерности спектра в зависимости от температуры в низкотемпературном регионе (область колебательного режима). Найдено значение граничной температуры, которая зависит от структурных параметров спектра, а также явное выражение для теплоемкости вне области колебательного режима, которая проявляет монотонное или немонотонное поведение в зависимости от структуры спектра.

- [1] D. Shechtman, I. Blech, D. Gratias, and J.W. Cahn, Phys. Rev. Lett. **53**, 1951 (1984).
- [2] R. Merlin, K. Bajema, R. Clarke, F.Y. Juang, and P.K. Bhattacharya, Phys. Rev. Lett. **55**, 1768 (1985).